

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-186228

(P2006-186228A)

(43) 公開日 平成18年7月13日(2006.7.13)

(51) Int.Cl.
H01S 5/028 (2006.01)F1
H01S 5/028テーマコード(参考)
5F173

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-380369 (P2004-380369)
(22) 出願日 平成16年12月28日(2004.12.28)(71) 出願人 000241463
豊田合成株式会社
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地
(72) 発明者 岩山 章
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成 株式会社内
(72) 発明者 箕浦 淳
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成 株式会社内
(72) 発明者 梅崎 民代
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成 株式会社内
Fターム(参考) 5F173 AA16 AG12 AH22 AL02 AL03
AL10 AL13 AP76 AP78 AR96

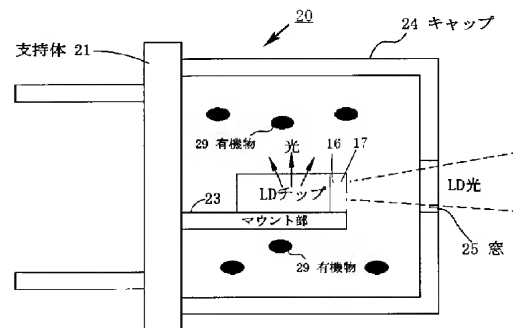
(54) 【発明の名称】 半導体レーザダイオード

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 駆動初期においても有機物の分解が行われ、半導体レーザダイオードの共振器端面に有機物が付着せず、工程の管理を簡略化できる半導体レーザダイオードの構成を提供する。

【解決手段】 半導体レーザダイオード20は支持体21にマウント部23が立設され、当該マウント部23には半導体レーザダイオードチップ15(図面ではLDチップ)がマウントされている。キャップ24には窓25が形成されており、半導体レーザダイオードチップ15で生成されたレーザ光は当該窓25から外部に放出される。この半導体レーザダイオードチップ15の光出力側の共振器端面には光学薄膜層16及び光触媒層17が形成されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体レーザダイオードチップと、該半導体レーザダイオードチップの筐体とからなる半導体レーザダイオードであって、
前記半導体レーザダイオードチップの共振器端面に形成され、光により活性化される光触媒層を有する、ことを特徴とする半導体レーザダイオード。

【請求項 2】

前記光触媒層は、前記半導体レーザダイオードチップから放出された光により活性化されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザダイオード。

【請求項 3】

前記共振器端面と前記光触媒層との間に、反射率を制御する光学薄膜層を有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体レーザダイオード。

【請求項 4】

前記光学薄膜層は、 Al_2O_3 で形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザダイオード。

【請求項 5】

前記光触媒層は、 $\text{TiO}_2 - x\text{N}_x$ から成ることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の半導体レーザダイオード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザダイオードに関し、更に詳しくは半導体レーザダイオードチップの共振器端面の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

【特許文献 1】特開 2000-164967 号公報

【特許文献 2】特開 2004-146496 号公報 従来、半導体レーザダイオードは筐体内に不活性ガスにより封入され、支持体のマウント部に半導体レーザダイオードチップがマウントされ、該半導体レーザダイオードをカバーするキャップが支持体に固定される構造である。キャップには窓が形成され、半導体レーザダイオードから放出されたレーザー光はこの窓から外部に放出される。（特許文献 1 を参照） しかし、この半導体レーザダイオードは筐体内に不活性ガスにより封入されるが、筐体を形成する支持体、キャップや半導体レーザダイオードの汚れにより筐体内に微量の有機物が存在している。この有機物が半導体レーザダイオードの共振器の端面に堆積し、共振器の端面が損傷する場合があると考えられ、筐体のキャップに光触媒を塗布し筐体内の有機物を分解することを提案している。（特許文献 2 を参照）。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところが、前記従来の半導体レーザでは、有機物の分解は行われるが、駆動初期には筐体に塗布された光触媒が完全に有機物を分解していないため、ごく少量の有機物が半導体レーザダイオードの共振器の端面に付着することにより端面の微細な損傷が発生し、信頼性が低下する場合があった。

【0004】

また、通常使用される光触媒の TiO_2 は、紫外線には十分な活性を示すが、窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの発光波長（例えば 405nm）や、通常の可視光の半導体レーザダイオードでは、十分な活性が得られず、有機物を十分に分解できない場合があった。特に、通常使用されている光触媒の TiO_2 は、粒子状の結晶を塗布するものであり、半導体レーザダイオードの共振端面にはその出力に影響するため塗布することは困難であった。

10

20

30

40

50

【0005】

そのため、筐体を形成する支持体、キャップや半導体レーザダイオードの汚れをできるだけなくすため、工程の管理に多大な時間を要していた。

【0006】

本発明は、このような問題点に着目してなされたものである。その目的とするところは、駆動初期においても、有機物の分解が行われ、半導体レーザダイオードの共振器端面に有機物が付着せず、工程の管理を簡略化できる半導体レーザダイオードの構成を提供する。

【0007】

また、半導体レーザダイオードの発光波長に対し十分に活性化する光触媒を用いることにより信頼性の向上を図る。 10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、半導体レーザダイオードチップと、該半導体レーザダイオードチップの筐体とからなる半導体レーザダイオードであって、前記半導体レーザダイオードチップの共振器端面に形成され、光により活性化される光触媒層を有する、ことを特徴とする半導体レーザダイオードである。

【0009】

この構成によれば、光により共振器端面に設けられた光触媒層が活性化され、半導体レーザダイオードの周囲に浮遊する有機物が分解され、共振器端面に付着することを防ぐことができる。なお、この光は半導体レーザダイオードから放出された光でもよく外部から照射された光であってもよい。 20

【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載した発明において、前記光触媒層は、前記半導体レーザダイオードチップから放出された光により活性化されることを特徴とする半導体レーザダイオードである。

【0011】

この構成によれば、半導体レーザダイオードチップの共振器端面の光触媒層上に有機物が付着していたとしても、半導体レーザダイオードチップから放出された光により、有機物は分解される。 30

【0012】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記共振器端面と前記光触媒との間に、反射率を制御する光学薄膜層を有することを特徴とする半導体レーザダイオードである。

【0013】

この構成によれば、共振器端面の光学薄膜層上に光触媒層を形成しているので、半導体レーザダイオードの反射率を、半導体レーザダイオードの駆動領域での効率を向上させるように設定することができる。

【0014】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、前記光学薄膜層は、 Al_2O_3 で形成されていることを特徴とする半導体レーザダイオードである。 40

【0015】

この構成によれば、光学薄膜層が Al_2O_3 で形成されているため共振端面の反射率を低くすることができ、高出力の半導体レーザダイオードの駆動領域での効率を向上させることができる。

【0016】

請求項5に記載の発明は、請求項1乃至請求項4に記載の発明において、光触媒層は、 $\text{TiO}_2 - x\text{N}_x$ から成ることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の半導体レーザダイオードである。

【0017】

この構成によれば、光触媒層を $TiO_{2-x}N_x$ により形成しているもので、半導体レーザダイオードの発光波長に対し効率よく活性化させることができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、半導体レーザダイオードの駆動初期においても共振器端面に設けられた光触媒層及び半導体レーザダイオードから放出された光又は外部から照射された光により、半導体レーザダイオード周囲の有機物が分解され、共振器端面に付着することがない。そのため、半導体レーザダイオードの信頼性を低下させることがなく、工程の管理を簡略化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、この発明の各要素について詳細に説明をする。

【0020】

(半導体レーザダイオードの半導体層構成・タイプ)

半導体レーザダイオードの層構成は一般的に、基板、nコンタクト層、nクラッド層、nガイド層、MQW層、pガイド層、pコンタクト層を順次積層した構成である。半導体レーザダイオードのタイプは特に限定されるものではなく、電極ストライプタイプ、メサストライプタイプ、ヘテロアイソレーションタイプ等の利得導波型ストライプタイプレーザや埋込みヘテロタイプ、CSPタイプ、リブガイドタイプ等の造り付け導波ストライプタイプレーザを挙げることができる。

【0021】

III族窒化物系化合物半導体により半導体レーザダイオードを形成した場合には、比較的短波長のレーザ光を生成することができる。かかる半導体レーザダイオードの場合、光のエネルギーが高く、またチップ自体が熱を持ちやすいのでその端面に有機物が付着しやすかった。

【0022】

ここに、III族窒化物系化合物半導体は、一般式として $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$) で表され、 AlN 、 GaN 及び InN のいわゆる2元系、 $Al_xGa_{1-x}N$ 、 $Al_xIn_{1-x}N$ 及び $Ga_xIn_{1-x}N$ (以上において $0 < x < 1$) のいわゆる3元系を包含する。

【0023】

III族元素の少なくとも一部をボロン(B)、タリウム(Tl)等で置換しても良く、また、窒素(N)の少なくとも一部もリン(P)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等で置換できる。

【0024】

III族窒化物系化合物半導体は任意のドーパントを含むものであっても良い。n型不純物として、シリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、セレン(Se)、テルル(Te)、カーボン(C)等を用いることができる。p型不純物として、マグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)、ベリリウム(Be)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、バリウム(Ba)等を用いることができる。なお、p型不純物をドーブした後にIII族窒化物系化合物半導体を電子線照射、プラズマ照射若しくは光等による加熱にさらすことができるが必須ではない。

【0025】

V族元素としてP(リン)やAs(ヒ素)等を用いたIII-V族化合物半導体により半導体レーザダイオードを形成した場合には比較的長波長の光を生成することができる。

III族元素はGa(ガリウム)、In(インジウム)、Al(アルミニウム)などから任意に選択することができる。即ち、III-V族化合物半導体層は一般式として $Al_xGa_yIn_{1-x-y}V$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ 、V: V族元素) で表され、 AlV 、 GaV 及び InV のいわゆる2元系、 $Al_xGa_{1-x}V$ 、 $Al_xIn_{1-x}V$ 及び $Ga_xIn_{1-x}V$ (以上において $0 < x < 1$) のいわゆる3元系を包含する。II

10

20

30

40

50

I族元素の少なくとも一部をボロン（B）、タリウム（Tl）等で置換しても良く、また、VはAsやPのほかにその少なくとも一部も窒素（N）、アンチモン（Sb）、ビスマス（Bi）等で置換できる。

III-V族化合物半導体層は任意のドーパントを含むものであっても良い。n型不純物として、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、セレン（Se）、テルル（Te）、カーボン（C）等を用いることができる。p型不純物として、マグネシウム（Mg）、亜鉛（Zn）、ベリリウム（Be）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）、バリウム（Ba）等を用いることができる。

10

これら半導体層は周知の成膜方法で形成することができる。例えば、有機金属気相成長法（MOCVD法）のほか、分子線結晶成長法（MBE法）、ハライド気相成長法（HVPE法）、スパッタ法、イオンプレーティング法、液相成長法を用いることができる。

（筐体）

かかる半導体レーザダイオードは気密な筐体内に配置される。実施例の筐体はマウント部を有する支持体とキャップから構成され、当該マウント部へ半導体レーザダイオードがマウントされ、更にリードへ電氣的に接続される。

20

キャップには窓が設けられ、半導体レーザダイオードから発振されたレーザ光はこの窓を通過して外部へ放出される。窓はガラス等、少なくともレーザ光を透過させる光透過性材料で形成される。窓の形状は任意に選択することができる。

筐体の形状は任意に選択でき、汎用的な筐体をそのまま用いることができる。

筐体の材質も特に限定されないが、アルミ合金、鉄合金等の金属材料若しくは樹脂材料を用いることができる。

30

（光学薄膜層）

半導体レーザダイオードの光を出力する側の共振端面に設けられる光学薄膜層は、共振端面の反射率を低下させる材質、膜厚に設定される。この材質は、 Al_2O_3 、 SiO_2 などを用いることができる。その膜厚は、共振端面の半導体層の屈折率と光学薄膜の屈折率のより決定される。通常は、40～200nmに設定される。

40

（光触媒層）

光触媒層は半導体レーザダイオードから放出された光により活性化されて半導体レーザダイオードチップの共振端面に付着してくる有機物を分解できるものであればよい。つまり、光触媒層は半導体レーザダイオードから放出される光の波長に応じて適宜選択される。例えば短波長光（例えば405nmの波長光）を放出するIII族窒化物系化合物半導体からなる半導体レーザダイオードに対応する光触媒層としては、ルチル型の酸化チタンが好ましい。更に好ましくは、 TiO_2 に窒素をドーピングした $TiO_{2-x}N_x$ が好ましい。また、助触媒としてこれに貴金属を担持させることもできる。

50

この光触媒層の膜厚は、10～150nm、好ましくは50～120nm、更に好ましくは70～100nmが良い。この膜厚は、光触媒として機能させるための再結晶化に必要な膜厚（厚いほうが良い）及び、半導体レーザダイオードの光の吸収量（薄いほうが良い）により決定される。

この光触媒層は実施例では半導体レーザダイオードの共振器端面に形成しているが、半導体レーザダイオードの全体に形成してもよく、また、パッケージ内において半導体レーザダイオードから放出された光が照射される部分に更に形成してもよい。例えば、パッケージ内周面、支持体やマウント部に光触媒を形成してもよい。この場合、当該部分の光触媒へ光が効率よく到達するようにキャップの内面を鏡面とすることができる。

10

以下、この発明の実施例について説明する。

半導体レーザダイオードチップの例を図1に示す。

図1の各層のスペックは次の通りである。

層	組成	
保護膜10	SiO ₂	20
第3のp型層9	GaN:Mg	
第2のp型層8	AlGaN:Mg	
第1のp型層7	GaN:Mg	
MQW層6	InGaN/GaN	30
第3のn型層5	GaN:Si	
第2のn型層4	AlGaN:Si	
第1のn型層3	GaN:Si	
バッファ層2	AlN	
基板1	サファイア	40

上記において、第1のn型層3はn型コンタクト層、第2のn型層4はn型クラッド層、第3のn型層5はn型ガイド層、MQW層6は発光層、第1のp型層7はp型ガイド層、第2のp型層8はn型クラッド層、第3のp型層9はn型コンタクト層としてそれぞれ機能する。

上記においてバッファ層の材料としてGaN、InN、AlGaN、InGaN及びAlInGaN等を用いることができる。さらに基板とバッファ層は半導体素子形成後に、

50

必要に応じて、除去することもできる。

ここでn型層3、4、5にはGa₂N、AlGa₂N、InGa₂N若しくはAlInGa₂Nを用いることができる。

また、n型層3、4、5にはn型不純物としてSiをドーピングしたが、このほかにn型不純物として、Ge、Se、Te、C等を用いることもできる。

MQW層6にはInGa₂N/Ga₂Nの多重量子井戸構造の他、AlGa₂N/AlGaInN等の多重量子井戸構造を採用することができる。量子井戸層の数は5～30とすることが好ましい。 10

p型層7、8、9はGa₂N、AlGa₂N、InGa₂N又はInAlGa₂Nとすることもできる、また、p型不純物としてはMgの代わりにZn、Be、Ca、Sr、Baを用いることもできる。p型不純物の導入後に、電子線照射、炉による加熱、プラズマ照射等の周知の方法により低抵抗化することも可能である。

上記構成の発光素子において、第1のn型層3より上のIII族窒化物系化合物半導体層はMOCVD法その他、分子線結晶成長法(MBE法)、ハライド系気相成長法(HVPE法)、スパッタ法、イオンプレーティング法等の方法で形成することもできる。 20

n電極12はAlを含む材料で形成され、第3のp型層9を形成した後、半導体層9～4及び第1の半導体層3の一部をエッチングにより除去し、蒸着により表出した第1のn型層3上に形成される。

p電極13はNiを含む材料で構成されており、蒸着により形成される。 30

図2は、半導体レーザダイオードチップのレーザ光出力側の共振端面に設けられた層構造を示す。 30

共振端面上には、Al₂O₃から成る光学薄膜層16が80nm、その上にTiO_{2-x}N_xから成る光触媒層17が80nm、順次スパッタリングにより成膜される。

その後、光触媒層を光触媒として機能させるために、窒素雰囲気中550℃で2時間程度熱処理(アニール)を行い、結晶化させる。なお、半導体レーザダイオードチップを400～900℃の範囲内の温度で加熱しながらTiO_{2-x}N_xを形成することで、成膜後の熱処理を省略することもできるが、成膜後のアニールと比較して性能が劣る。 40

図3は、この実施例の半導体レーザダイオード20の構造を示す。この半導体レーザダイオード20は支持体21にマウント部23が立設され、当該マウント部23には半導体レーザダイオードチップ15(図面ではLDチップ)がマウントされている。キャップ24には窓25が形成されており、半導体レーザダイオードチップ15で生成されたレーザ光は当該窓25から外部に放出される。

キャップ24は金属薄板からなる。なお、半導体レーザダイオードチップの保護膜10を酸化チタンで形成してこれに光触媒作用を付与することもできる。 50

このように構成された実施例の半導体レーザダイオード20によれば、半導体レーザダイオードチップ15から放出されたレーザ光は窓25を介して外部へ放出され、半導体レーザダイオードとしての機能を奏する。そして、半導体レーザダイオードチップ15の発光出力側の共振器端面から出た光により $TiO_2 \cdot xN_x$ からなる光触媒層17を活性化させる。これにより、半導体レーザダイオード20内の有機物29を酸化分解する。よって、半導体レーザダイオードチップの端面に有機物が付着することがなく、もって半導体レーザダイオードチップひいては半導体レーザダイオードの寿命及び信頼性が向上する。

10

なお、図4に示す従来例では光出力側の共振器端面に光触媒層が存在しないので、半導体レーザダイオードの筐体内の共振器端面周囲の有機物が、半導体レーザダイオードチップ（図面ではLDチップ）の端面に付着するおそれがある。図4において図3と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】 図1は半導体レーザダイオードチップの構成を示す模式図である。

【図2】 図2は図1に示す半導体レーザダイオードチップの光出力側共振器端面上の層構成を示す。

【図3】 図3はこの発明の実施例の半導体レーザダイオードを示す。

【図4】 図4は従来技術の半導体レーザダイオードを示す。

【符号の説明】

30

【0027】

1・・・基板

2・・・バッファ層

3・・・第1のn型層

4・・・第2のn型層

40

5・・・第3のn型層

6・・・MQW層

7・・・第1のp型層

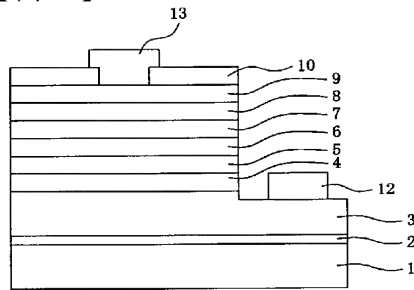
8・・・第2のp型層

9・・・第3のp型層

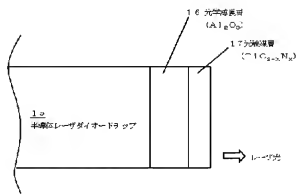
50

1 0 . . .	保護膜	
1 2 . . .	n 電極	
1 3 . . .	p 電極	
1 5 . . .	半導体レーザダイオードチップ	
1 6 . . .	光学薄膜層	10
1 7 . . .	光触媒層	
2 0 . . .	半導体レーザダイオード	
2 1 . . .	支持体	
2 3 . . .	マウント部	
2 4 . . .	キャップ	20
2 5 . . .	窓	
2 7 . . .	光触媒層	
2 9 . . .	有機物	

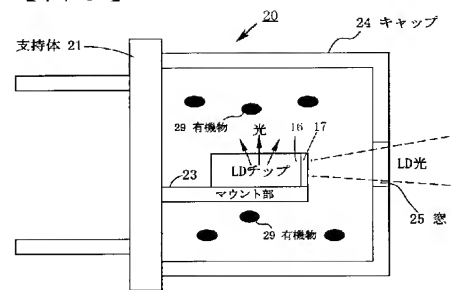
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

